

ЛИТЕРАТУРА:

1. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года <https://minenergo.gov.ru/node/1913>
2. A. Bosmans and L. Helsen, Energy from waste: review of thermochemical technologies for refuse derived fuel (RDF) treatment // Proc. Venice 2010, Third Int. Sympos. on Energy from Biomass and Waste - 2010.
3. Глушков Д.О., Стрижак П.А., Чернецкий М.Ю. // Теплоэнергетика. - 2016 - №10, с. 31-41.
4. Вершинина К.Ю., Глушков Д.О., Стрижак П.А. // Химия твердого топлива. – 2017 – №3, с. 63-69.
5. D.B. Anthon, J.B. Howard, Coal devolatilization and hydrogasification // AIChE J. – 1976 – 22 (4), с. 625-656.
6. Платэ Н.А., Сливинский Е.В. Основы химии и технологии мономеров. - М. Наука, 2002 – 696 с.
7. R.I. Egorov, P.A. Strizhak, The light-induced gasification of waste-derived fuel // Fuel – 2017 – 197, с. 28-30.

Научный руководитель: П.А. Стрижак, д. ф.-м.н., зав. каф. АТП ЭНИН ТПУ.

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОДАВЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ

А.А. Курганов

Томский политехнический университет
ЭНИН, ПГС и ПГУ, группа А6-44

Актуальность проблемы состоит в необходимости уменьшения выбросов оксидов азота при сжигании твердого топлива в энергетических котлах из-за отрицательного воздействия вредных веществ на окружающую человека среду. Защита окружающей среды от вредных выбросов - острая проблема, особенно в районах концентрации промышленных предприятий, имеющих значительные отходы токсичных веществ. Без решения проблемы резкого снижения эмиссии вредных веществ невозможно решить задачу дальнейшего роста энергетического потенциала регионов.

Для решения проблемы выбросов оксида азота могут быть использованы некоторые технологические методы сжигания угольной пыли. С целью устранения недостатков общепринятых систем подачи угольной пыли имеет место внедрение системы подачи пыли высокой концентрации под разряжением (ПВКР)[1]. В данной системе транспорт пыли производится за счет разряжения, создаваемого паровым эжектором, установленным непосредственно в горелочных устройствах. Основными элементами системы являются смесители пыли, пылепровод и эжектор. Пар для эжекторов отбирается от промежуточного коллектора пароперегревателя индивидуально для каждого котла и подводится к

пылепроводам. Давление пара перед эжекторами поддерживается регулирующим клапаном. Значительным стимулом к внедрению системы ПВКР является экологическая эффективность такой конструкции. Процесс сжигания пыли в высоконцентрированном потоке характеризуется затянутым смесеобразованием в результате ограниченного доступа кислорода к потоку топлива на начальном участке факела. Дополнительным преимуществом системы ПВКР является увеличение приблизительно на 20 % производительности пылепитателей из-за повышенного разряжения в смесителе пыли, что в конечном итоге позволяет исключить из работы часть горелок с демонтажем пылепитателей. А это, в свою очередь, также является средством снижения образования NO_x и, кроме того, открывает возможность для внедрения ступенчатого сжигания за счет перераспределения подачи пыли и количества работающих горелок по ярусам во всем диапазоне нагрузок котла [2].

В отечественном и зарубежном опыте наиболее эффективным технологическим методом снижения образования NO_x при сжигании различных видов топлива признано ступенчатое сжигание. Сущность метода можно рассматривать как разделение факела на последовательные ступени, имеющие условные границы, где сжигание происходит при различных избытках воздуха и температурах процесса горения [3]. В первой ступени при недостатке кислорода тормозятся окислительные процессы с образованием NO и возникают условия для восстановления образовавшегося NO до молекулярного азота при наличии газов-восстановителей (CO , H_2 , CH_4), а в последующих ступенях NO тормозится за счет снижения температуры факела [4].

Опыт свидетельствует о довольно большом разнообразии вариантов реализации ступенчатого сжигания за счет конструктивных решений, приводящих к разбалансу соотношения «топливо-воздух» по глубине факела и высоте камеры горения. При этом переменным параметром могут быть как топливо, так и воздух в результате ступенчатой подачи топлива или ступенчатой подачи воздуха.

Большинство отечественных разработок и исследований посвящено ступенчатому сжиганию, создаваемому за счет ступенчатой подачи воздуха. Опыт внедрения в ФРГ технологии ступенчатого сжигания свидетельствует о меньшем выбросе NO при ступенчатой подаче топлива по сравнению со ступенчатой подачей воздуха. При этом отмечается возможность появления других технических проблем, таких как затруднение в обеспечении стабильности факела, повышенный недожог. Можно полагать, что внедрение технологии ступенчатого сжигания за счет ступенчатой подачи топлива на действующем оборудовании имеет ограничения, связанные с реакционной способностью.

Так же существенной возможностью снижения выбросов оксидов серы является связывание их в сульфаты и сульфиты в газовом тракте котла.

Известен сухой известковый способ очистки дымовых газов от оксидов серы, по которому к сжигаемому топливу добавляется известняк. Последний под действием высокой температуры подвергается диссоциации на CaO и CO_2 . В дальнейшем происходит связывание SO_2 с CaO с образованием в восстановительной среде сульфита, а в окислительной — сульфата кальция. Значительное

содержание в золе сжигаемого топлива свободного оксида кальция способствует естественному протеканию процесса связывания оксидов серы с различной степенью эффективности протекания процесса сульфатизации в зависимости от уровня температур. Связывание происходит при понижении температуры и протекает наиболее интенсивно в интервале температур 1040-4-1070 К.

Технологии, связанные с впрыском реагентов в газовый тракт котла (топку или газоход), являются одними из ключевых в американской программе «чистого угля» и нашли применение в странах Западной Европы. Наибольшее распространение получили реагенты на кальциевой основе. Эксплуатация таких установок показывает, что при двухкратном превышении количества кальция в сорбентном материале над количеством серы в топливе может удаляться до 70% диоксида серы. Практикой установлено также разнообразие технических решений в выборе мест впрыска реагентов, варьирующихся от горелок до золоуловителей [5].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Израэль Ю. А. Проблемы охраны природной среды и пути их решения. — Л.: Гидрометеонздат, 1984, — 236 с.
2. Котлер В. Р. Технологические методы снижения выбросов окислов азота на тепловых электростанциях (зарубежный опыт): Обзорная информация: Охрана окружающей среды и рациональное использование природных (ресурсов в энергетике, сер. 7, вып. I—М.; Информэнерго, 1987. — 56 с.
3. Котлер В. Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов. — М.: Энерго- до- миздат, 1987. — 141 с.
4. Соколовский В. Г., Гапеев В. В. Экологически чистая ТЭС на угле — будущее электроэнергетики. — Теплоэнергетика, 1989, № 8—с. 2—4.
5. Лебедев И. К., Карякин С. К., Закоурцев Г. Н. Разновидности форм минеральных компонентов в канско-ачинских углях- — В кн.: Влияние минеральной части энергетических топлив на условия работы парогенераторов: Материалы Всесоюзной конференции т. 1. — Таллинн: ТПИ, 1974. — с. 42—48.

Научный руководитель: А.С. Заворин, д.т.н, профессор, зав. каф. ПГС и ПГУ ЭНИН ТПУ.